

樹木群を有する湾曲開水路における河床変動特性

名古屋工業大学 学生会員○山本悦司

名古屋工業大学 正 会 員 富永晃宏

名古屋工業大学 学生会員 木村聡洋

1. はじめに 開水路の湾曲部の流れ構造は遠心力と圧力勾配に起因する2次流と外岸側の洗掘および内岸側の堆積によって特徴付けられる。河道内の湾曲部に樹木群が存在する場合、これが抵抗となり減速効果をもたらすとともに湾曲部特有の2次流を含む流れ構造に影響を及ぼすと考えられる。

また、樹木群あるいは透過型水制の適当な配置によって湾曲部の局所洗掘や堆積を制御することが考えられる。そこで本研究では湾曲角 60° の湾曲水路を用いて、移動床における実験を行い、樹木群の配置による河床変動の抑制効果について実験的に検討した。

2. 実験条件及び方法 実験水路は水路幅 $B=90\text{cm}$ 、深さ 30cm の長方形断面水路で、その平面形は上流端から 10.8m の位置に湾曲角 60° の単一湾曲部を設置し、その下流に 4.5m の直線部を接続させたものである。湾曲部の中心曲率半径は $r=270\text{cm}$ で $r/B=3.0$ であり、流量 $Q=40\ell/\text{s}$ 、水深 $h=15\text{cm}$ として行った。樹木群模型は直径 5mm 、長さ 18cm の木材の棒を用い、流下方向、横断方向に 5cm 間隔で格子状に配置し、横断方向に5列、 22.5cm にわたって設置した。また、湾曲部の河床変動を調べるため平均粒径 0.05cm の砂を湾曲上流 180cm から湾曲下流 200cm まで厚さ 11.5cm で敷詰めた。本研究では樹木帯を外岸側に設置した場合、樹木帯の前面と側面において大きな河床洗掘が発生することが示されている¹⁾。本研究では河床変動の抑制効果のある内岸側配置を考え、表-1に示すように設置した。計測断面位置は図-1のようである。通水5時間後に河床を固め、3成分電磁流速計（東京計測製）を用い、サンプリング周波数 100Hz で41秒間の流速計測を行い、また河床形状を計測した。

表-1 実験条件

ケース名	樹木配置位置
K-1	配置なし
K-5	内側・上流90cm～湾曲角 15°
K-51	内側・上流90cm～湾曲角 0°

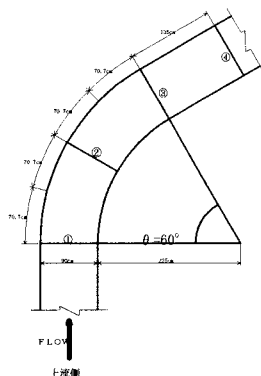


図-1 計測断面図

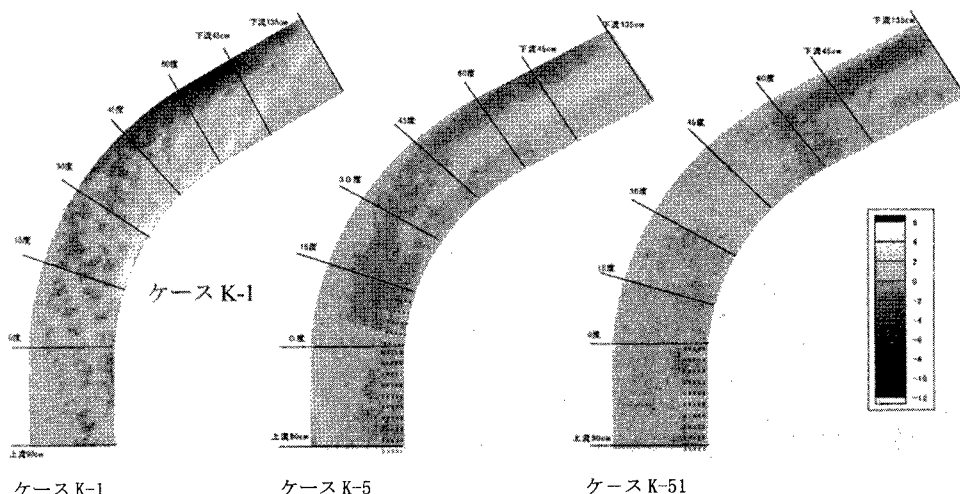


図-2 河床コンター図

3. 実験結果 図-2は、通水5時間後の河床形状を示したものである。内岸側上流90cmから湾曲中心角15度まで樹木群を設置したケースK-5では樹木群を設置しないケースK-1に比べ、最大洗掘が生じるところはほぼ同じところであるが、外岸側での最大洗掘深が11cmから4.5cmへ半減していることがわかる。また、樹木群がない場合、湾曲角30度付近から内岸側に堆積が見られたのに対し、K-5では中央付近へ堆積域が移動していることがわかる。上流90cmのみに樹木群を設置したケースK-51では、外岸側の洗掘が他の2ケースと異なり、外岸壁際ではなく、約5cm程度水路中央より付近に現れる。また、最大洗掘深は2cmとほとんど変化がなく、内岸側での堆積もわずかに2cmほどにとどまっている。湾曲出口付近にある堆積も他のケースに比べ明らかに少なくなっている。

図-3は湾曲中心角60の位置における2次流ベクトル図である。いずれのケースにおいても水路全体にわたる湾曲部特有の2次流が認められる。ケースK-5において、ケースK-1と同様に固定床でみられるような外岸渦²⁾は見られず、湾曲渦が外岸まで達している。K-51では、湾曲渦の下降流位置が外岸側より少し内側に現れ、水路中央寄りに移動していることがわかる。樹木群の後方になる内岸側において、ケースK-5では内側に流入する様子がみられるが、ケースK-51では弱い逆回転の渦が認められる。図-4は横断方向流速Vの水面最近点と底面最近点の差の1/2で表される2次流強度 V_{max} の流下方向変化を示した。外岸側が深く掘れたケースK-1に比べ、K-5、K-51では明らかに全体的に2次流強度が小さくなっていることがわかる。これは、固定床実験の2次流強度と同程度である。K-1では2次流の発達が速く、また下流45cm付近で最も2次流が発達している。K-5では60°にピークが、K-51では45°にピークが発生している。

4. おわりに 移動床長方形断面の湾曲水路の一部に樹木群を設置して、その配置による河床変動抑制効果について検討した。内岸側上流一部に樹木群を設置した場合、湾曲出口付近の洗掘を大幅に軽減させる効果があることがわかった。特に湾曲入り口から上流90cmの直線部に樹木群を設置した場合、最も洗掘抑制の効果があつた。これらのケースでは2次流強度も固定床と同程度で、樹木群なしの移動床の場合の約2/3である。この注目すべき結果の理由について運動量輸送過程や底面せん断応力の変化から検討する必要がある。

移動床長方形断面の湾曲水路の一部に樹木群を設置して、その配置による河床変動抑制効果について検討した。内岸側上流一部に樹木群を設置した場合、湾曲出口付近の洗掘を大幅に軽減させる効果があることがわかった。特に湾曲入り口から上流90cmの直線部に樹木群を設置した場合、最も洗掘抑制の効果があつた。これらのケースでは2次流強度も固定床と同程度で、樹木群なしの移動床の場合の約2/3である。この注目すべき結果の理由について運動量輸送過程や底面せん断応力の変化から検討する必要がある。

〈参考文献〉1) 富永・大沼・木村: 第53回年次学術講演会講演概要集, II-291, 582-583, 1998

2) 富永・長尾・千葉: 土木学会論文集 No. 607, II-45, 19-28, 1998.

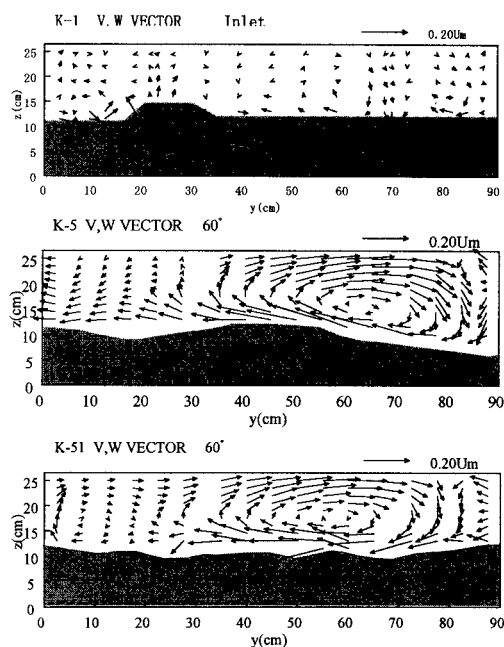


図-3 2次流ベクトル図

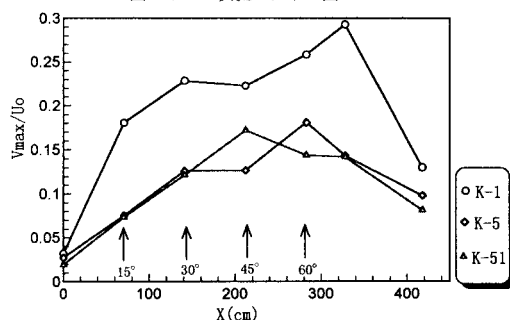


図-4 2次流強度